


Best Available Copy






Sealing material with wavelength converting effect, application and production process

Patent number: EP1221724
Publication date: 2002-07-10
Inventor: DEBRAY ALEXANDRA (DE); HOEHN KLAUS (DE); SCHLOTTER PETER (DE); SCHMIDT RALF (DE); SCHNEIDER JUERGEN (DE)
Applicant: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH (DE)
Classification:
- international: H01L33/00
- european: C09K11/77M2D; C09K11/77M6; C09K11/77P2D; C09K11/77P6; C09K11/77S2; C09K11/77S2H; C09K11/77S6; H01L33/00B2B; H01L33/00B3B
Application number: EP20020007512 19970922
Priority number(s): DE19961038667 19960920; EP19970909167 19970922

Also published as:

 EP1221724 (A3)

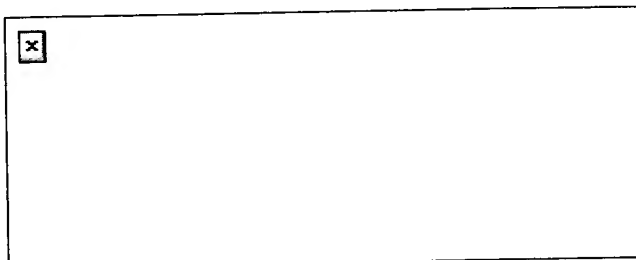
Cited documents:

 WO9623030
 US4479886
 XP002324886
 XP002324888
 JP5152609

Report a data error here

Abstract of EP1221724

A light-emitting semiconductor device has (a) a semiconductor body (1) with a layer sequence (7) capable of emitting electromagnetic radiation of a first wavelength range in the UV, blue and/or green region; and (b) a luminescence conversion element which converts radiation of the first wavelength range to radiation of one or more second, different wavelength ranges so that the device emits mixed radiation in the first and second wavelength ranges. Preferably, the luminescence conversion element consists of organic dye molecules in a plastic matrix preferably of silicone, thermoplastic or thermosetting material, especially an epoxide resin or polymethyl methacrylate matrix, and/or an inorganic phosphor (preferably a Ce-doped garnet, especially Ce:YAG) in an epoxide resin or low melting point inorganic glass matrix.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 221 724 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

10.07.2002 Patentblatt 2002/28

(51) Int Cl.7: H01L 33/00

(21) Anmeldenummer: 02007512.3

(22) Anmeldetag: 22.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES FR GB PT SE

(30) Priorität: 20.09.1996 DE 19638667

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:

97909167.5 / 0 862 794

(71) Anmelder: Osram Opto Semiconductors GmbH &
Co. OHG

93049 Regensburg (DE)

(72) Erfinder:

• Debray, Alexandra

90491 Nürnberg (DE)

• Höhn, Klaus
82024 Taufkirchen (DE)• Schlotter, Peter
79112 Freiburg (DE)• Schmidt, Ralf
79279 Voerstetten (DE)• Schneider, Jürgen
79199 Kirchzarten (DE)

(74) Vertreter: Epping Hermann & Fischer

Ridlerstrasse 55

80339 München (DE)

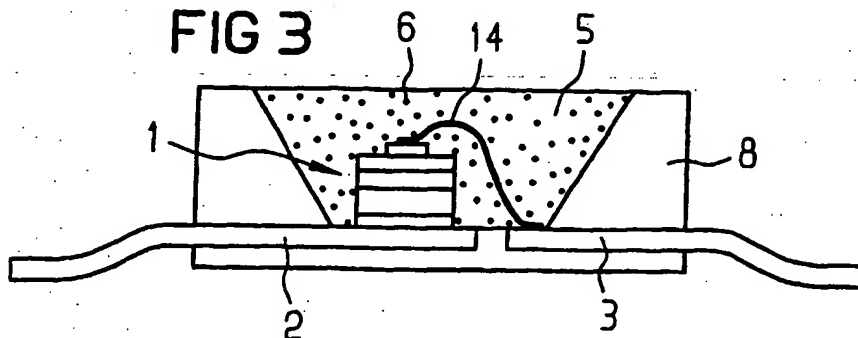
Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 02 - 04 - 2002 als
Teilansmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Wellenlängenkonvertierende Vergussmasse, deren Verwendung und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine wellenlängenkonvertierende Vergußmasse (5) auf der Basis eines transparenten Epoxidgießharzes für ein elektrolumineszierendes Bauelement mit einem ultravioletes, blaues oder grünes Licht aussendenden Körper (1), bei der im transparenten Epoxidgießharz ein anorganisches Leuchtstoffpigmentpulver mit Leuchtstoffpigmenten (6) aus der Gruppe der mit seltenen Erden dotierten

Granate, mit seltenen Erden dotierten Thiogallate, mit seltenen Erden dotierten Aluminate und/oder mit seltenen Erden dotierten Orthosilikate dispergiert ist und die Leuchtstoffpigmente Korngrößen $\leq 20 \mu\text{m}$ und ein $d_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ aufweisen. Weiterhin sind ein Herstellungsverfahren dazu, ein lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement mit einer solchen Vergußmasse und ein Halbleiterkörper mit einer solchen Vergußmasse offenbart.



EP 1 221 724 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine wellenlängenkonvertierende Vergußmasse auf der Basis eines transparenten Epoxidgießharzes, das mit einem Leuchtstoff versetzt ist, insbesondere für die Verwendung bei einem elektrolumineszierenden Bauelement mit einem ultravioletten, blaues oder grünes Licht aussendenden Körper.

[0002] Ein derartiges Bauelement ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 38 04 293 bekannt. Darin ist eine Anordnung mit einer Elektrolumineszenz- oder Laserdiode beschrieben, bei der das von der Diode abgestrahlte Emissionsspektrum mittels eines mit einem fluoreszierenden, lichtwandelnden organischen Farbstoff versetzten Elements aus Kunststoff zu größeren Wellenlängen hin verschoben wird. Das von der Anordnung abgestrahlte Licht weist dadurch eine andere Farbe auf als das von der Leuchtdiode ausgesandte. Abhängig von der Art des dem Kunststoff beigefügten Farbstoffes lassen sich mit ein und demselben Leuchtdiodentyp Leuchtdiodenanordnungen herstellen, die in unterschiedlichen Farben leuchten.

[0003] In vielen potentiellen Anwendungsgebieten für Leuchtdioden, wie zum Beispiel bei Anzeigeelementen im Kfz-Armaturenbereich, Beleuchtung in Flugzeugen und Autos und bei vollfarbtauglichen LED-Displays, tritt verstärkt die Forderung nach Leuchtdiodenanordnungen auf, mit denen sich mischfarbiges Licht, insbesondere weißes Licht erzeugen läßt.

[0004] Die bislang bekannten Vergußmassen der eingangs genannten Art mit organischen Leuchtstoffen zeigen bei Temperatur- und Temperatur-Feuchtebeanspruchung jedoch eine Verschiebung des Farbortes, also des Farbe des vom elektrolumineszierenden Bauelement abgestrahlten Lichtes.

[0005] In JP-07 176 794-A ist eine weißes Licht aussendende planare Lichtquelle beschrieben, bei der an einer Stirnseite einer transparenten Platte zwei blaues Licht emittierende Dioden angeordnet sind, die Licht in die transparente Platte hinein aussenden. Die transparente Platte ist auf einer der beiden einander gegenüberliegenden Hauptflächen mit einer fluoreszierenden Substanz beschichtet, die Licht emittiert, wenn sie mit dem blauen Licht der Dioden angeregt wird. Das von der fluoreszierenden Substanz emittierte Licht hat eine andere Wellenlänge als das von den Dioden emittierte blaue Licht. Bei diesem bekannten Bauelement ist es besonders schwierig, die fluoreszierende Substanz in einer Art und Weise aufzubringen, daß die Lichtquelle homogenes weißes Licht abstrahlt. Darüber hinaus bereitet auch die Reproduzierbarkeit in der Massenfertigung große Probleme, weil schon geringe Schichtdickenschwankungen der fluoreszierenden Schicht, z. B. aufgrund von Unebenheiten der Oberfläche der transparenten Platte, eine Änderung des Weißtones des abgestrahlten Lichtes hervorruft.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe

zugrunde, eine Vergußmasse der eingangs genannten Art zu entwickeln, mit der elektrolumineszierende Bauelemente hergestellt werden können, die homogenes mischfarbiges Licht abstrahlen und die eine Massenfertigung mit vertretbarem technischen Aufwand und mit weitestgehend reproduzierbarer Bauelementcharakteristik ermöglicht. Das abgestrahlte Licht soll auch bei Temperatur- und Temperatur-Feuchtebeanspruchung farbstabil sein. Desweiteren soll ein Verfahren zum Herstellen dieser Vergußmasse angegeben werden.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vergußmasse mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vergußmasse sind in den Ansprüchen 2 bis 6 angegeben. Ein Verfahren zur Herstellung der Vergußmasse sowie vorteilhafte Weiterbildungen davon sind in den Ansprüchen 7 bis 14 angegeben. Verfahren zur Herstellung eines lichtabstrahlenden Halbleiterbauelements mit der Vergußmasse sind in den Ansprüchen 15 und 16 angegeben. Ein lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement mit der Vergußmasse und vorteilhafte Weiterbildungen davon sind in den Ansprüchen 17 bis 35 angegeben. Schließlich sind in den Ansprüchen 36 und 37 Halbleiterkörper mit der Vergußmasse angegeben.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß im transparenten Epoxidgießharz ein anorganisch-mineralisches Leuchtstoffpigmentpulver auf der Basis eines Granatwirtgitters mit der allgemeinen Formel $A_3B_5X_{12}$: M dispergiert sind und daß die Leuchtstoffpigmente Korngrößen $\leq 20 \mu\text{m}$ und einen mittleren Korndurchmesser $d_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ aufweisen. Besonders bevorzugt liegt der mittlere Korndurchmesser d_{50} zwischen 1 und $2 \mu\text{m}$. Bei diesen Korngrößen können günstige Fertigungsausbeuten erhalten werden.

[0009] Anorganisch-mineralische Leuchtstoffe sind vorteilhafterweise äußerst temperatur- und temperaturfeuchtestabil.

[0010] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vergußmasse setzt sich diese zusammen aus:

- a) Epoxidgießharz $\geq 60 \text{ Gew}\%$
- b) Leuchtstoffpigmente $\leq 25 \text{ Gew}\%$
- c) Thixotropiermittel $\leq 10 \text{ Gew}\%$
- d) mineralischem Diffusor $\leq 10 \text{ Gew}\%$
- e) Verarbeitungshilfsmittel $\leq 3 \text{ Gew}\%$
- f) Hydrophobiermittel $\leq 3 \text{ Gew}\%$
- g) Haftvermittler $\leq 2 \text{ Gew}\%$.

[0011] Geeignete Epoxidgießharze sind beispielsweise in der DE-OS 26 42 465 auf den Seiten 4 bis 9, insbesondere Beispiele 1 bis 4, und in der EP 0 039 017 auf den Seiten 2 bis 5, insbesondere Beispiele 1 bis 8, beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

[0012] Als Thixotropiermittel ist beispielsweise pyrogene Kieselsäure verwendet. Das Thixotropiermittel dient zur Eindickung des Epoxidgießharzes, um die Se-

dimentation des Leuchtpigmentpulvers zu vermindern. Für die Gießharzverarbeitung werden weiter die Fließ- und Benetzungseigenschaften eingestellt.

[0013] Als mineralischer Diffusor zur Optimierung des Leuchtbildes des Bauelements ist bevorzugt CaF_2 verwendet.

[0014] Als Verarbeitungshilfsmittel eignet sich beispielsweise Glykolether. Es verbessert die Verträglichkeit zwischen Epoxidgießharz und Leuchtpigmentpulver und dient damit zur Stabilisierung der Dispersion Leuchtpigmentpulver - Epoxidgießharz. Zu diesem Zweck können auch Oberflächenmodifikatoren auf Silikonbasis eingesetzt werden.

[0015] Das Hydrophobiermittel, z. B. flüssiges Silikonwachs, dient ebenfalls zur Modifikation der Pigmentoberfläche, insbesondere wird die Verträglichkeit und Benetzbarkeit der anorganischen Pigmentoberfläche mit dem organischen Harz verbessert.

[0016] Der Haftvermittler, z. B. funktionelles Alkoxy-siloxan, verbessert die Haftung zwischen den Pigmenten und dem Epoxidharz im ausgehärteten Zustand der Vergußmasse. Dadurch wird erreicht, daß die Grenzfläche zwischen dem Epoxidharz und den Pigmenten z. B. bei Temperaturschwankungen nicht abreißt. Spalte zwischen dem Epoxidharz und den Pigmenten würden zu Lichtverlusten im Bauelement führen.

[0017] Das Epoxidgießharz, bevorzugt mit einem reaktiven Oxirandring, enthält vorzugsweise ein mono- und/oder ein multifunktionelles Epoxidgießharzsystem (≥ 80 Gew%; z. B. Bisphenol-A-Diglycidylether), einen Reaktivverdünner (≤ 10 Gew%; z. B. aromatischer Monoglycidylether), einen multifunktionellen Alkohol (≤ 5 Gew%), ein Entgasungsmittel auf Silikonbasis (≤ 1 Gew%) und eine Entfärbungskomponente zur Einstellung der Farbzahl (≤ 1 Gew%).

[0018] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Vergusses sind die Leuchtstoffpigmente kugelförmig oder schuppenförmig. Die Neigung zur Agglomeratbildung derartiger Pigmente ist vorteilhafterweise sehr gering. Der H_2O -Gehalt liegt unter 2%.

[0019] Bei der Herstellung und Verarbeitung von Epoxidgießharzkomponenten mit anorganischen Leuchtstoffpigmentpulvern treten im allgemeinen neben Benetzungs- auch Sedimentationsprobleme auf. Besonders Leuchtstoffpigmentpulver mit $d_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ neigen stark zur Agglomeratbildung. Bei der zuletzt genannten Zusammensetzung der Vergußmasse können die Leuchtstoffpigmente vorteilhafterweise in der oben angegebenen Korngröße im Wesentlichen agglomeratfrei und homogen in das Epoxidgießharz dispergiert werden. Diese Dispersion ist auch bei längerer Lagerung der Vergußmasse stabil. Es treten im Wesentlichen keine Benetzungs- und/oder Sedimentationsprobleme auf.

[0020] Besonders bevorzugt sind als Leuchtstoffpigmente Partikel aus der Gruppe der Ce-dotierten Granate, insbesondere YAG:Ce-Partikel verwendet. Eine vorteilhafte Dotierstoffkonzentration ist beispielsweise 1% und eine vorteilhafte Leuchtstoffkonzentration beträgt

beispielsweise 12%. Desweiteren weist das bevorzugt hochreine Leuchtstoffpigmentpulver vorteilhafterweise einen Eisengehalt von $\leq 5 \text{ ppm}$ auf. Ein hoher Eisengehalt führt zu hohen Lichtverlusten im Bauelement. Das Leuchtstoffpigmentpulver ist stark abrasiv. Der Fe-Gehalt der Vergußmasse kann bei deren Herstellung daher beträchtlich ansteigen. Vorteilhaft sind Fe-Gehalte in der Vergußmasse $< 20 \text{ ppm}$.

[0021] Der anorganische Leuchtstoff YAG:Ce hat unter anderem den besonderen Vorteil, daß es sich hierbei um nicht lösliche Farbpigmente mit einem Brechungsindex von ca. 1,84 handelt. Dadurch treten neben der Wellenlängenkonversion Dispersion und Streueffekte auf, die zu einer guten Vermischung von blauer Diodenstrahlung und gelber Konverterstrahlung führen.

[0022] Besonders vorteilhaft ist weiterhin, dass die Leuchtstoffkonzentration im Epoxidharz bei Verwendung von anorganischen Leuchtstoffpigmenten nicht, wie bei organischen Farbstoffen, durch die Löslichkeit begrenzt wird.

[0023] Zur weiteren Verminderung der Agglomeratbildung können die Leuchtstoffpigmente vorteilhafterweise mit einem Silikon-Coating versehen sein.

[0024] Bei einem bevorzugten Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Vergußmasse wird das Leuchtstoffpigmentpulver vor dem Vermischen mit dem Epoxidgießharz z. B. ca. 10 Stunden bei einer Temperatur $\geq 200^\circ\text{C}$ getempert. Dadurch kann ebenfalls die Neigung zu Agglomeratbildung verringert werden.

[0025] Alternativ oder zusätzlich kann dazu das Leuchtstoffpigmentpulver vor dem Vermischen mit dem Epoxidgießharz in einem höher siedenden Alkohol geschlämmt und anschließend getrocknet wird. Eine weitere Möglichkeit die Agglomeratbildung zu verringern besteht darin, dem Leuchtstoffpigmentpulver vor dem Vermischen mit dem Epoxidgießharz ein hydrophobierendes Silikonwachs zuzugeben. Besonders vorteilhaft ist die Oberflächenstabilisierung der Phosphore durch erwärmen der Pigmente in Gegenwart von Glykolethern, z. B. 16 h bei $T > 60^\circ\text{C}$.

[0026] Zur Vermeidung störender Verunreinigungen beim Dispergieren der Leuchtstoffpigmente, verursacht durch Abrieb, werden Reaktionsgefäße, Rühr- und Dispergiervorrichtungen sowie Walzwerke aus Glas, Korund, Carbid- und Nitridwerkstoffen sowie speziell gehärtete Stahlsorten verwendet. Agglomeratfreie Leuchtstoffdispersionen werden auch in Ultraschallverfahren oder durch den Einsatz von Sieben und Glaskeramikkriten erhalten.

[0027] Ein besonders bevorzugter anorganischer Leuchtstoff zur Herstellung von Weiß leuchtenden optoelektronischen Bauelementen ist der Phosphor YAG:Ce ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$). Dieser läßt sich auf besonders einfache Weise in herkömmlich in der LED-Technik verwendeten transparenten Epoxidgießharzen mischen. Weiterhin als Leuchtstoffe denkbar sind weitere mit Seltenen Erden dotierte Granate wie z. B. $\text{Y}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ und $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12} : \text{Tb}^{3+}$.

[0028] Zur Erzeugung von mischfarbigem Licht eignen sich darüberhinaus besonders die mit Seltenen Erden dotierten Thiogallate wie z. B. $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$ und $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$. Ebenso ist hierzu die Verwendung von mit Seltenen Erden dotierten Aluminaten wie z. B. $\text{YAlO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{YGaO}_3:\text{Ce}^{3+}$, $\text{Y}(\text{Al}, \text{Ga})\text{O}_3:\text{Ce}^{3+}$ und mit Seltenen Erden dotierten Orthosilikaten $\text{M}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ (M: Sc, Y, Sc) wie z. B. $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ denkbar. Bei allen Yttriumverbindungen kann das Yttrium im Prinzip auch durch Scandium oder Lanthan ersetzt werden.

[0029] Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Vergußmasse bei einem strahlungsemitierenden Halbleiterkörper, insbesondere mit einer aktiven Halbleiterschicht oder -schichtenfolge aus $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ oder $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$, eingesetzt, der im Betrieb eine elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich aussendet. Die Leuchtstoffpartikel in der Vergußmasse wandeln einen Teil der aus diesem Spektralbereich stammenden Strahlung in Strahlung mit größerer Wellenlänge um, derart, daß das Halbleiterbauelement Mischstrahlung, insbesondere mischfarbiges Licht, bestehend aus dieser Strahlung und aus Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich aussendet. Das heißt beispielsweise, daß die Leuchtstoffpartikel einen Teil der vom Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung spektral selektiv absorbiert und im längerwelligen Bereich emittiert. Bevorzugt weist die von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung bei einer Wellenlänge $\lambda \leq 520$ nm ein relatives Intensitätsmaximum auf und liegt der von den Leuchtstoffpartikeln spektral selektiv absorbierte Wellenlängenbereich außerhalb dieses Intensitätsmaximums.

[0030] Ebenso können vorteilhafterweise auch mehrere verschiedenartige Leuchtstoffpartikelarten, die bei unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, in der Vergußmasse dispergiert sein. Dies wird bevorzugt durch unterschiedliche Dotierungen in unterschiedlichen Wirtsgittern erreicht. Dadurch ist es vorteilhafterweise möglich, vielfältige Farbmischungen und Farbtemperaturen des vom Bauelement emittierten Lichtes zu erzeugen. Von besonderem Interesse ist dies für vollfarbtaugliche LEDs.

[0031] Bei einer bevorzugten Verwendung der erfindungsgemäßen Vergußmasse ist ein strahlungsemitierender Halbleiterkörper (z. B. ein LED-Chip) zumindest teilweise von dieser umschlossen. Die Vergußmasse ist dabei bevorzugt gleichzeitig als Bauteilumhüllung (Gehäuse) genutzt. Der Vorteil eines Halbleiterbauelements gemäß dieser Ausführungsform besteht im wesentlichen darin, daß zu seiner Herstellung konventionelle, für die Herstellung von herkömmlichen Leuchtdioden (z. B. Radial-Leuchtdioden) eingesetzte Produktionslinien verwendet werden können. Für die Bauteilumhüllung wird anstelle des bei herkömmlichen Leuchtdioden dafür verwendeten transparenten Kunststoffes einfach die Vergußmasse verwendet.

[0032] Mit der erfindungsgemäßen Vergußmasse

kann auf einfache Weise mit einer einzigen farbigen Lichtquelle, insbesondere einer Leuchtdiode mit einem einzigen blauen Licht abstrahlenden Halbleiterkörper, mischfarbiges, insbesondere weißes Licht erzeugt werden. Um z. B. mit einem blauen Licht aussendenden Halbleiterkörper weißes Licht zu erzeugen, wird ein Teil der von dem Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung mittels anorganischer Leuchtstoffpartikel aus dem blauen Spektralbereich in den zu Blau komplementärfarbigem gelben Spektralbereich konvertiert. Die Farbtemperatur oder Farbort des weißen Lichtes kann dabei durch geeignete Wahl des Leuchtstoffes, dessen Partikelgröße und dessen Konzentration, variiert werden. Darüber hinaus können auch Leuchtstoffmischungen eingesetzt werden, wodurch sich vorteilhafterweise der gewünschte Farbton des abgestrahlten Lichtes sehr genau einstellen läßt.

[0033] Besonders bevorzugt wird die Vergußmasse bei einem strahlungsemitierenden Halbleiterkörper verwendet, bei dem das ausgesandte Strahlungsspektrum bei einer Wellenlänge zwischen 420 nm und 460 nm, insbesondere bei 430 nm (z. B. Halbleiterkörper auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$) oder 450 nm (z. B. Halbleiterkörper auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$) ein Intensitätsmaximum aufweist. Mit einem derartigen Halbleiterbauelement lassen sich vorteilhafterweise nahezu sämtliche Farben und Mischfarben der C.I.E.-Farbtafel erzeugen. An Stelle des strahlungsemitierenden Halbleiterkörpers aus elektrolumineszierendem Halbleitermaterial kann aber auch ein anderes elektrolumineszierendes Material, wie beispielsweise Polymermaterial, eingesetzt werden.

[0034] Besonders geeignet ist die Vergußmasse für ein lichtemittierendes Halbleiterbauelement (z. B. eine Leuchtdiode), bei dem der elektrolumineszierende Halbleiterkörper in einer Ausnehmung eines vorgefertigten eventuell bereits mit einem Leadframe versehenen Gehäuses angeordnet ist und die Ausnehmung mit der Vergußmasse versehen ist. Ein derartiges Halbleiterbauelement läßt sich in großer Stückzahl in herkömmlichen Produktionslinien herstellen. Hierzu muß lediglich nach der Montage des Halbleiterkörpers in das Gehäuse die Vergußmasse in die Ausnehmung gefüllt werden.

[0035] Ein weißes Licht abstrahlendes Halbleiterbauelement läßt sich mit der erfindungsgemäßen Vergußmasse vorteilhafterweise dadurch herstellen, daß der Leuchtstoff so gewählt wird, daß eine von dem Halbleiterkörper ausgesandte blaue Strahlung in komplementäre Wellenlängenbereiche, insbesondere Blau und Gelb, oder zu additiven Farbtripeln, z. B. Blau, Grün und Rot umgewandelt wird. Hierbei wird das gelbe bzw. das grüne und rote Licht über die Leuchtstoffe erzeugt. Der Farbton (Farbort in der CIE-Farbtafel) des dadurch erzeugten weißen Lichtes kann dabei durch geeignete Wahl des/der Leuchtstoffes/e hinsichtlich Mischung und Konzentration variiert werden.

[0036] Um die Durchmischung der von einem elektro-

lumineszierenden Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung mit der vom Leuchtstoff konvertierten Strahlung und damit die Farbhomogenität des vom Bauelement abgestrahlten Lichtes zu verbessern, ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vergußmasse zusätzlich ein im Blauen lumineszierender Farbstoff zugefügt, der eine sogenannte Richtcharakteristik der von dem Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung abschwächt. Unter Richtcharakteristik ist zu verstehen, daß die von dem Halbleiterkörper ausgesandte Strahlung eine bevorzugte Abstrahlrichtung aufweist.

[0037] Ein weißes Licht abstrahlendes erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement mit einem blaues Licht emittierenden elektrolumineszierenden Halbleiterkörper läßt sich besonders bevorzugt dadurch realisieren, daß dem für die Vergußmasse verwendeten Epoxidharz der anorganische Leuchtstoff YAG:Ce ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$) beigemischt ist. Ein Teil einer von dem Halbleiterkörper ausgesandten blauen Strahlung wird von dem anorganischen Leuchtstoff $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ in den gelben Spektralbereich und somit in einen zur Farbe Blau komplementärfarbigem Wellenlängenbereich verschoben. Der Farbton (Farbort in der CIE-Farbtabelle) des weißen Lichts kann dabei durch geeignete Wahl der Farbstoffkonzentration variiert werden.

[0038] Der Vergußmasse können zusätzlich lichtstreuende Partikel, sogenannte Diffusoren zugesetzt sein. Hierdurch läßt sich vorteilhafterweise der Farbeindruck und die Abstrahlcharakteristik des Halbleiterbauelements weiter optimieren.

[0039] Mit der erfindungsgemäßen Vergußmasse kann vorteilhafterweise auch eine von einem elektrolumineszierenden Halbleiterkörper neben der sichtbaren Strahlung ausgesandte ultraviolette Strahlung in sichtbares Licht umgewandelt werden. Dadurch wird die Helligkeit des vom Halbleiterkörper ausgesandten Lichts deutlich erhöht.

[0040] Ein besonderer Vorteil von erfindungsgemäßen weißes Licht abstrahlenden Halbleiterbauelementen, bei denen als Lumineszenzkonversionsfarbstoff insbesondere YAG:Ce verwendet ist, besteht darin, daß dieser Leuchtstoff bei Anregung mit blauem Licht eine spektrale Verschiebung von ca. 100 nm zwischen Absorption und Emission bewirkt. Dies führt zu einer wesentlichen Reduktion der Reabsorption des vom Leuchtstoff emittierten Lichtes und damit zu einer höheren Lichtausbeute. Außerdem besitzt YAG:Ce vorteilhafterweise eine hohe thermische und photochemische (z. B. UV-) Stabilität (wesentlich höher als organische Leuchtstoffe), so daß auch Weiß leuchtende Dioden für Außenanwendung und/oder hohe Temperaturbereiche herstellbar sind.

[0041] YAG:Ce hat sich bislang hinsichtlich Reabsorption, Lichtausbeute, thermischer und photochemischer Stabilität und Verarbeitbarkeit als am besten geeigneter Leuchtstoff herausgestellt. Denkbar ist jedoch auch die Verwendung von anderen Ce-dotierten Phos-

phoren, insbesondere Ce-dotierten Granattypen.

[0042] Die Wellenlängenkonversion der Primärstrahlung wird durch die Kristallfeldaufspaltung der aktiven Übergangsmetallzentren im Wirtsgitter bestimmt. Durch die Substitution von Y durch Gd und/oder Lu bzw. Al durch Ga im $Y_3Al_5O_{12}$ -Granatgitter können die Emissionswellenlängen in unterschiedlicher Weise verschoben werden, wie außerdem durch die Art der Dotierung. Durch die Substitution von Ce^{3+} -Zentren durch Eu^{3+} und/oder Cr^{3+} können entsprechende Shifts erzeugt werden. Entsprechende Dotierungen mit Nd^{3+} und Er^{3+} ermöglichen sogar aufgrund der größeren Ionenradien und damit geringeren Kristallfeldaufspaltungen lernitierende Bauelemente.

[0043] Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 8. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Halbleiterbauelements mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse;

Figur 2 eine schematische Schnittansicht eines zweiten Halbleiterbauelements mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse;

Figur 3 eine schematische Schnittansicht eines dritten Halbleiterbauelements mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse;

Figur 4 eine schematische Schnittansicht eines vierten Halbleiterbauelements mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse;

Figur 5 eine schematische Schnittansicht eines fünften Halbleiterbauelements mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse;

Figur 6 eine schematische Darstellung eines Emissionsspektrums eines blaues Licht abstrahlenden Halbleiterkörpers mit einer Schichtenfolge auf der Basis von GaN;

Figur 7 eine schematische Darstellung der Emissionsspektren zweier Halbleiterbauelemente mit einer erfindungsgemäßen Vergußmasse, die weißes Licht abstrahlen, und

Figur 8 eine schematische Darstellung der Emissionsspektren von weiteren Halbleiterbauelementen, die weißes Licht abstrahlen.

[0044] In den verschiedenen Figuren sind gleiche bzw. gleichwirkende Teile immer mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0045] Bei dem lichtemittierenden Halbleiterbauelement von Figur 1 ist der Halbleiterkörper 1 mittels eines elektrisch leitenden Verbindungsmittels, z. B. ein metallisches Lot oder ein Klebstoff, mit seinem Rückseitenkontakt 11 auf einem ersten elektrischen Anschluß 2 befestigt. Der Vorderseitenkontakt 12 ist mittels eines Bonddrahtes 14 mit einem zweiten elektrischen Anschluß 3 verbunden.

[0046] Die freien Oberflächen des Halbleiterkörpers

1 und Teilbereiche der elektrischen Anschlüsse 2 und 3 sind unmittelbar von einer gehärteten, wellenlängenkonvertierenden Vergußmasse 5 umschlossen. Diese weist bevorzugt auf: Epoxidgießharz 80 - 90 Gew%, Leuchtstoffpigmente (YAG:Ce) \leq 15 Gew%, Diethylenglycolmonomethylether \leq 2 Gew%, Tegopren 6875-45 \leq 2 Gew%, Aerosil 200 \leq 5 Gew%

[0047] Das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements unterscheidet sich von dem der Figur 1 dadurch, daß der Halbleiterkörper 1 und Teilbereiche der elektrischen Anschlüsse 2 und 3 anstatt von einer wellenlängenkonvertierenden Vergußmasse von einer transparenten Umhüllung 15 umschlossen sind. Diese transparente Umhüllung 15 bewirkt keine Wellenlängenänderung der von dem Halbleiterkörper 1 ausgesandten Strahlung und besteht beispielsweise aus einem in der Leuchtdiodentechnik herkömmlich verwendeten Epoxid-, Silikon- oder Acrylatharz oder aus einem anderen geeigneten strahlungsdurchlässigen Material wie z. B. anorganisches Glas.

[0048] Auf diese transparente Umhüllung 15 ist eine Schicht 4 aufgebracht, die aus einer wellenlängenkonvertierenden Vergußmasse, wie in der Figur 2 dargestellt, die gesamte Oberfläche der Umhüllung 15 bedeckt. Ebenso denkbar ist, daß die Schicht 4 nur einen Teilbereich dieser Oberfläche bedeckt. Die Schicht 4 besteht beispielsweise aus einem transparenten Epoxidharz, das mit Leuchtstoffpartikeln 6 versetzt ist. Auch hier eignet sich als Leuchtstoff für ein weiß leuchtendes Halbleiterbauelement bevorzugt YAG:Ce.

[0049] Bei dem in Figur 3 dargestellten besonders bevorzugten mit der erfindungsgemäßen Vergußmasse versehenen Bauelement, sind der erste und zweite elektrische Anschluß 2,3 in ein lichtundurchlässiges evtl. vorgefertigtes Grundgehäuse 8 mit einer Ausnehmung 9 eingebettet. Unter "vorgefertigt" ist zu verstehen, daß das Grundgehäuse 8 bereits an den Anschlüssen 2,3 beispielsweise mittels Spritzguß fertig ausgebildet ist, bevor der Halbleiterkörper auf den Anschluß 2 montiert wird. Das Grundgehäuse 8 besteht beispielsweise aus einem lichtundurchlässigen Kunststoff und die Ausnehmung 9 ist hinsichtlich ihrer Form als Reflektor 17 für die vom Halbleiterkörper im Betrieb ausgesandte Strahlung (ggf. durch geeignete Beschichtung der Innenwände der Ausnehmung 9) ausgebildet. Solche Grundgehäuse 8 werden insbesondere bei auf Leiterplatten oberflächenmontierbaren Leuchtdioden verwendet. Sie werden vor der Montage der Halbleiterkörper auf ein die elektrischen Anschlüsse 2,3 aufweisendes Leiterband (Leadframe) z. B. mittels Spritzgießen aufgebracht.

[0050] Die Ausnehmung 9 ist mit einer Vergußmasse 5, deren Zusammensetzung der oben in Verbindung mit der Beschreibung zu Figur 1 angegebenen entspricht, gefüllt.

[0051] In Figur 4 ist eine sogenannte Radialdiode dargestellt. Hierbei ist der elektrolumineszierende Halblei-

terkörper 1 in einem als Reflektor ausgebildeten Teil 16 des ersten elektrischen Anschlusses 2 beispielsweise mittels Lötens oder Kleben befestigt. Derartige Gehäusebauformen sind in der Leuchtdiodentechnik bekannt und bedürfen von daher keiner näheren Erläuterung.

[0052] Die freien Oberflächen des Halbleiterkörpers 1 sind unmittelbar von einer Vergußmasse 5 mit Leuchtstoffpartikel 6 bedeckt, die wiederum von einer weiteren transparenten Umhüllung 10 umgeben ist.

[0053] Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, daß selbstverständlich auch bei der Bauform nach Figur 4 analog zu dem Bauelement gemäß Figur 1 eine einstückige Umhüllung, bestehend aus gehärteter Vergußmasse 5 mit Leuchtstoffpartikel 6, verwendet sein kann.

[0054] Bei dem Ausführungsbeispiel von Figur 5 ist eine Schicht 4 (mögliche Materialien wie oben angegeben) direkt auf den Halbleiterkörper 1 aufgebracht. Dieser und Teilbereiche der elektrischen Anschlüsse 2,3 sind von einer weiteren transparenten Umhüllung 10 umschlossen, die keine Wellenlängenänderung der durch die Schicht 4 hindurchgetretenen Strahlung bewirkt und beispielsweise aus einem in der Leuchtdiodentechnik verwendbaren transparenten Epoxidharz oder aus Glas gefertigt ist.

[0055] Solche, mit einer Schicht 4 versehenen Halbleiterkörper 1 ohne Umhüllung können natürlich vorteilhafterweise in sämtlichen aus der Leuchtdiodentechnik bekannten Gehäusebauformen (z. B. SMD-Gehäuse, Radial-Gehäuse (man vergleiche Figur 4) verwendet sein.

[0056] Bei sämtlichen der oben beschriebenen Bauelemente kann zur Optimierung des Farbeindrucks des abgestrahlten Lichts sowie zur Anpassung der Abstrahlcharakteristik die Vergußmasse 5, ggf. die transparente Umhüllung 15, und/oder ggf. die weitere transparente Umhüllung 10 lichtstreuende Partikel, vorteilhafterweise sogenannte Diffusoren aufweisen. Beispiele für derartige Diffusoren sind mineralische Füllstoffe, insbesondere CaF_2 , TiO_2 , SiO_2 , CaCO_3 oder BaSO_4 oder auch organische Pigmente. Diese Materialien können auf einfache Weise Epoxidharzen zugesetzt werden.

[0057] In den Figuren 6, 7 und 8 sind Emissionsspektren eines blauen Licht abstrahlenden Halbleiterkörpers (Fig. 6) (Lumineszenzmaximum bei $\lambda \sim 430 \text{ nm}$) bzw. von mittels eines solchen Halbleiterkörpers hergestellten Weiß leuchtenden Halbleiterbauelementen (Fig. 7 und 8) gezeigt. An der Abszisse ist jeweils die Wellenlänge λ in nm und auf der Ordinate ist jeweils eine relative Elektrolumineszenz (EL)-Intensität aufgetragen.

[0058] Von der vom Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung nach Figur 6 wird nur ein Teil in einen längerwelligen Wellenlängenbereich konvertiert, so daß als Mischfarbe weißes Licht entsteht. Die gestrichelte Linie 30 in Figur 7 stellt ein Emissionsspektrum von einem Halbleiterbauelement dar, das Strahlung aus zwei komplementären Wellenlängenbereichen (Blau und Gelb) und damit insgesamt weißes Licht aussendet. Das

Emissionsspektrum weist hier bei Wellenlängen zwischen ca. 400 und ca. 430 nm (Blau) und zwischen ca. 550 und ca. 580 nm (Gelb) je ein Maximum auf. Die durchgezogene Linie 31 repräsentiert das Emissionsspektrum eines Halbleiterbauelements, das die Farbe Weiß aus drei Wellenlängenbereichen (additives Farbtupel aus Blau, Grün und Rot) mischt. Das Emissionsspektrum weist hier beispielsweise bei den Wellenlängen von ca. 430 nm (Blau), ca. 500 nm (Grün) und ca. 615 nm (Rot) je ein Maximum auf.

[0059] Figur 8 zeigt ein Emissionsspektrum eines Weiß leuchtendes Halbleiterbauelement, das mit einem ein Emissions-Spektrum gemäß Figur 6 aussendenden Halbleiterkörper versehen ist und bei dem als Leuchtstoff YAG:Ce verwendet ist. Von der vom Halbleiterkörper ausgesandten Strahlung nach Figur 6 wird nur ein Teil in einen längerwelligen Wellenlängenbereich konvertiert, so daß als Mischfarbe weißes Licht entsteht. Die verschiedenartig gestrichelten Linien 30 bis 33 von Figur 8 stellen Emissionsspektren von erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementen dar, bei denen das Epoxidharz der Vergußmasse 5 unterschiedliche YAG:Ce-Konzentrationen aufweist. Jedes Emissionsspektrum weist zwischen $\lambda = 420$ nm und $\lambda = 430$ nm, also im blauen Spektralbereich, und zwischen $\lambda = 520$ nm und $\lambda = 545$ nm, also im grünen Spektralbereich, jeweils ein Intensitätsmaximum auf, wobei die Emissionsbanden mit dem längerwelligen Intensitätsmaximum zu einem großen Teil im gelben Spektralbereich liegen. Das Diagramm von Figur 12 verdeutlicht, daß bei dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauelement auf einfache Weise durch Veränderung der Leuchtstoffkonzentration im Epoxidharz der CIE-Farbart des weißen Lichtes verändert werden kann.

[0060] Die Erläuterung der Erfindung anhand der oben beschriebenen Bauelemente ist natürlich nicht als Beschränkung der Erfindung auf diese zu betrachten. Als Halbleiterkörper, wie beispielsweise Leuchtdioden-Chips oder Laserdioden-Chips, ist beispielsweise auch eine Polymer-LED zu verstehen, die ein entsprechendes Strahlungsspektrum aussendet.

Patentansprüche

1. Wellenlängenkonvertierende Vergußmasse (5) auf der Basis eines transparenten Epoxidgießharzes für ein elektrolumineszierendes Bauelement mit einem ultraviolette, blaues oder grünes Licht aussendenden Körper (1), bei der im transparenten Epoxidgießharz ein anorganisches Leuchtstoffpigmentpulver mit Leuchtstoffpigmenten (6) aus der Gruppe der mit seltenen Erden dotierten Granate, mit seltenen Erden dotierten Thiogallate, mit seltenen Erden dotierten Aluminate und/oder mit seltenen Erden dotierten Orthosilikate dispergiert ist und die Leuchtstoffpigmente Korngrößen ≤ 20 μm und ein $d_{50} \leq 5$ μm aufweisen.

2. Vergußmasse nach Anspruch 1, bei der die Leuchtstoffpigmente (6) kugelförmig oder schuppenförmig sind.

3. Vergußmasse nach Anspruch 1 oder 2, bei der der mittlere Korndurchmesser d_{50} der Leuchtstoffpigmente (6) zwischen 1 und 2 μm liegt.

4. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die zusammengesetzt ist aus:

- a) Epoxidgießharz ≥ 60 Gew%
- b) Leuchtstoffpigmente > 0 und ≤ 25 Gew%
- c) Thixotropiermittel > 0 und ≤ 10 Gew%
- d) mineralischem Diffusor > 0 und ≤ 10 Gew%
- e) Verarbeitungshilfsmittel > 0 und ≤ 3 Gew%
- f) Hydrophobiermittel > 0 und ≤ 3 Gew%
- g) Haftvermittler > 0 und ≤ 2 Gew%.

5. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Eisengehalt ≤ 20 ppm ist.

6. Vergußmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Leuchtstoffpigmente (6) mit einem Silikon-Coating versehen sind.

7. Verfahren zum Herstellen einer Vergußmasse für ein elektrolumineszierendes Bauelement mit einem ultraviolette, blaues oder grünes Licht aussendenden Körper (1), bei dem ein anorganisches Leuchtstoffpigmentpulver, mit Leuchtstoffpigmenten (6) aus der Gruppe der mit seltenen Erden dotierten Granate, mit seltenen Erden dotierten Thiogallate, mit seltenen Erden dotierten Aluminate und/oder mit seltenen Erden dotierten Orthosilikate, mit Korngrößen ≤ 20 μm und mit ein $d_{50} \leq 5$ μm hergestellt wird und in der Vergußmasse dispergiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem das Leuchtstoffpigmentpulver bei einer Temperatur $\geq 200^\circ\text{C}$ getempert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem das Leuchtstoffpigmentpulver in einem höher siedenden Alkohol geschlämmt und anschließend getrocknet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem dem Leuchtstoffpigmentpulver ein hydrophobierendes Silikonwachs zugegeben wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem das Leuchtstoffpigmentpulver mit Alkoholen, Glykolethern und Silikonen bei erhöhten Temperaturen oberflächenmodifiziert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei

dem ein Leuchtstoffpigmentpulver mit einem mittleren Korndurchmesser d_{50} zwischen 1 und 2 μm hergestellt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, bei dem

- a) Epoxidgießharz ≥ 60 Gew%
- b) Leuchtstoffpigmente > 0 und ≤ 25 Gew%
- c) Thixotropiermittel > 0 und ≤ 10 Gew%
- d) mineralischem Diffusor > 0 und ≤ 10 Gew%
- e) Verarbeitungshilfsmittel > 0 und ≤ 3 Gew%
- f) Hydrophobiermittel > 0 und ≤ 3 Gew%
- g) Haftvermittler > 0 und ≤ 2 Gew% vermischt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, bei dem die Leuchtstoffpigmente (6) mit einem Silikon-Coating versehen werden.

15. Verfahren zum Herstellen eines lichtabstrahlenden Halbleiterbauelements, bei dem ein Halbleiterkörper (1), der eine Halbleiterschichtenfolge (7) aufweist, die geeignet ist, im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich auszusenden, zumindest teilweise mit einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6 bzw. mit einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14 hergestellten Vergußmasse umschlossen wird.

16. Verfahren zum Herstellen eines lichtabstrahlenden Halbleiterbauelements, bei dem auf einen Halbleiterkörper (1), der eine Halbleiterschichtenfolge (7) aufweist, die geeignet ist, im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich auszusenden, eine Schicht (4) aus einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6 bzw. aus einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14 hergestellten Vergußmasse aufgebracht wird und der Halbleiterkörper (1) in ein SMD-Gehäuse oder ein Radial-Gehäuse montiert wird.

17. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement, hergestellt mit einer wellenlängenkonvertierenden Vergußmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 6 bzw. mit einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14 hergestellten Vergußmasse, mit einem Halbleiterkörper (1), der eine Halbleiterschichtenfolge (7) aufweist, die geeignet ist, im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich auszusenden, und die Leuchtstoffpigmente einen Teil der aus diesem Spektralbereich stammenden Strahlung in Strah-

lung mit größerer Wellenlänge umwandelt, derart, daß das Halbleiterbauelement Mischstrahlung, insbesondere mischfarbiges Licht, bestehend aus dieser Strahlung und aus Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich aussendet.

18. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 17, bei dem die Vergußmasse zumindest einen Teil des Halbleiterkörpers (1) umschließt.

19. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 17 oder 18, bei dem das vom Halbleiterkörper (1) ausgesandte Strahlungsspektrum bei einer Wellenlänge kleiner oder gleich 520 nm ein Intensitätsmaximum aufweist und ein von den Leuchtstoffpigmenten spektral selektiv absorbierter Wellenlängenbereich außerhalb dieses Intensitätsmaximums liegt.

20. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 17 oder 18, bei dem das vom Halbleiterkörper (1) ausgesandte Strahlungsspektrum bei einer Wellenlänge zwischen 420 nm und 460 nm ein Intensitätsmaximum aufweist.

21. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 17 oder 18, bei dem das vom Halbleiterkörper (1) ausgesandte Strahlungsspektrum bei 430 nm oder 450 nm ein Intensitätsmaximum aufweist.

22. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 19, 20 oder 21, bei dem der Halbleiterkörper auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ oder auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ hergestellt ist.

23. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 22, bei dem in der Vergußmasse (5) mehrere verschiedene Leuchtstoffpartikelarten, die bei unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, dispergiert sind.

24. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 22, bei dem die Vergußmasse (5) hinsichtlich Wirtsgitter und Art und Ausmaß der Dotierung mit verschiedenartigen Leuchtstoffpigmenten (6) versehen ist.

25. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 24, bei dem der Halbleiterkörper (1) in einer Ausnehmung (9) eines Grundgehäuses (8) angeordnet ist und daß die Ausnehmung (9) zumindest teilweise mit der Vergußmasse (5) gefüllt ist.

26. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 24, bei dem der Halbleiterkörper (1) in einem als Reflektor ausgebildeten

Teil (16) eines elektrischen Anschlusses (2) befestigt ist, der zumindest teilweise mit der Vergußmasse (5) gefüllt ist.

27. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 24, bei dem auf dem Halbleiterkörper (1) eine Schicht (4) aus der Vergußmasse aufgebracht ist. 5
28. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 25 bis 27, bei dem die freien Oberflächen des Halbleiterkörpers (1) mit der Vergußmasse (5) bedeckt sind, auf der wiederum eine weitere transparente Umhüllung (10) aufgebracht ist. 10
15
29. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 28, das weißes Licht aussendet, indem der Halbleiterkörper blaue Strahlung aussendet und der Leuchtstoff blaue Strahlung in gelbe Strahlung umwandelt. 20
30. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 29, bei dem das Emissionsspektrum zwischen ca. 400 und ca. 430 nm und zwischen ca. 550 und ca. 580 nm je ein Maximum aufweist. 25
31. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 28, das weißes Licht aussendet, indem der Halbleiterkörper blaue Strahlung aussendet und der Leuchtstoff blaue Strahlung in grüne und in rote Strahlung umwandelt. 30
32. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 31, bei dem das Emissionsspektrum bei ca. 430 nm, bei ca. 500 nm und bei ca. 615 nm je ein Maximum aufweist. 35
33. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 32, bei dem der Vergußmasse zusätzlich lichtstreuende Partikel zugesetzt sind. 40
34. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 28, bei dem der transparenten Umhüllung (10) lichtstreuende Partikel zugesetzt sind. 45
35. Lichtabstrahlendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 17 bis 34, bei dem der Halbleiterkörper neben einer sichtbaren Strahlung ultraviolette Strahlung aussendet, die von der Vergußmasse in sichtbare Strahlung umgewandelt wird. 50
36. Halbleiterkörper (1), der eine Halbleiterschichtenfolge (7) aufweist, die geeignet ist, im Betrieb des Halbleiterbauelements elektromagnetische Strahlung aus dem ultravioletten, blauen und/oder grünen Spektralbereich auszusenden, auf dem eine Schicht (4) aus einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6 bzw. aus einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14 hergestellten Vergußmasse aufgebracht ist. 55

nen Spektralbereich auszusenden, auf dem eine Schicht (4) aus einer Vergußmasse gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 6 bzw. aus einer nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14 hergestellten Vergußmasse aufgebracht ist.

37. Halbleiterkörper nach Anspruch 36, der auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ oder auf der Basis von $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{N}$ hergestellt ist.

FIG 1

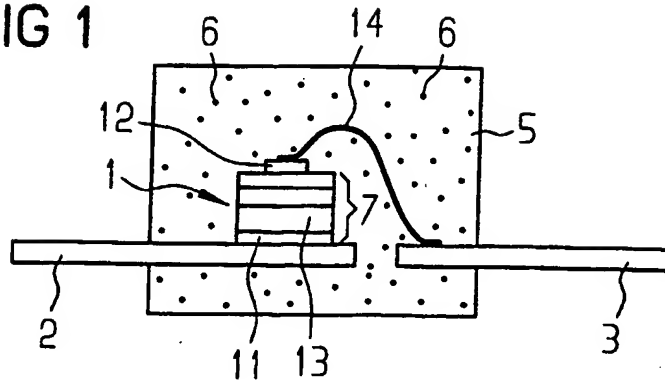


FIG 2

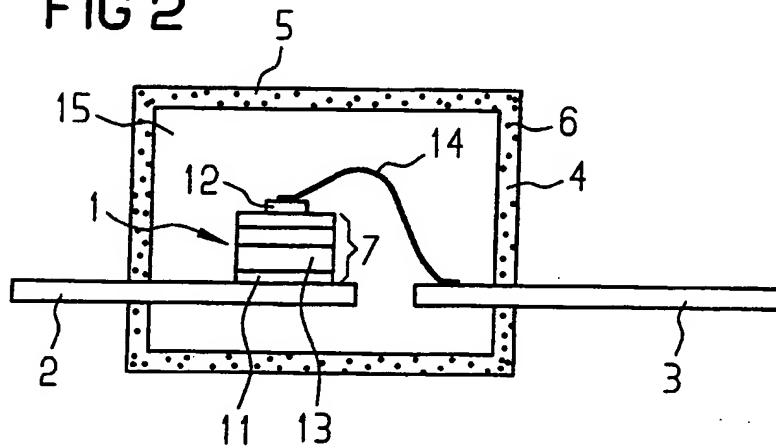


FIG 3

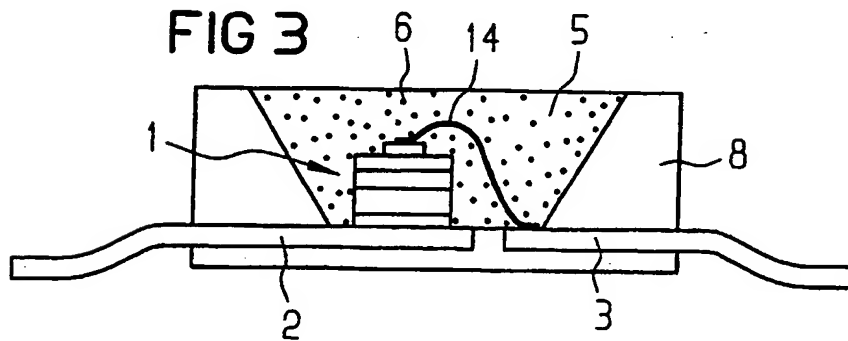


FIG 4

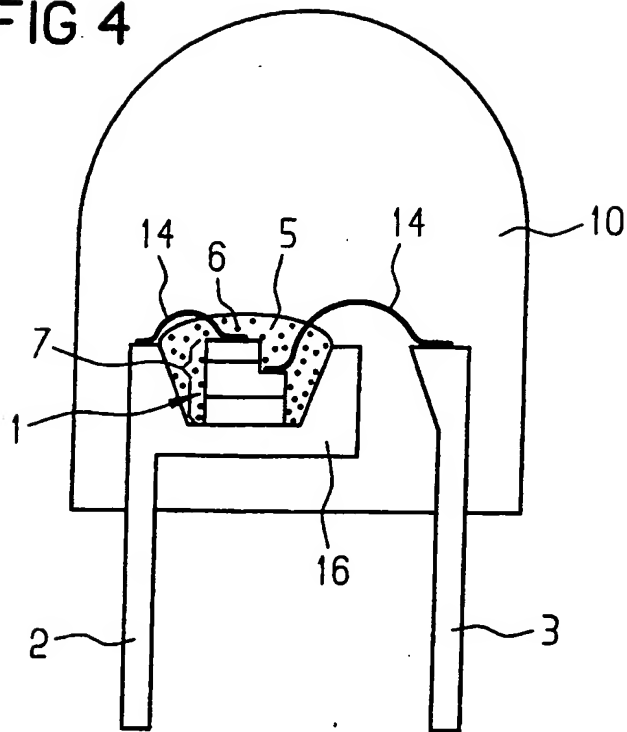
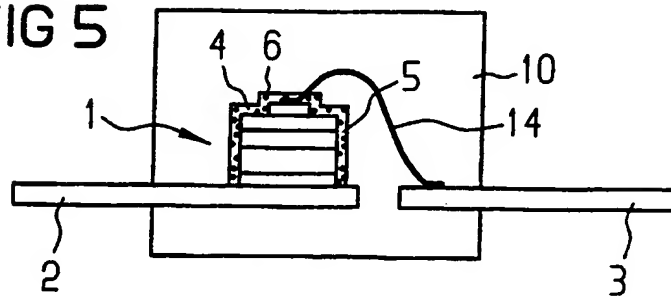
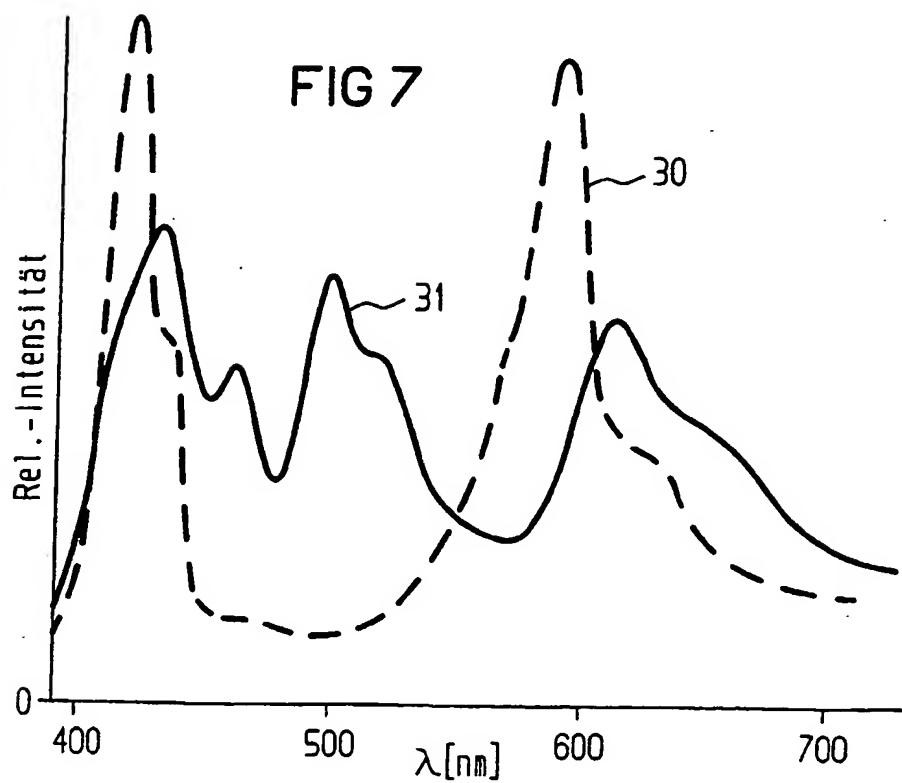
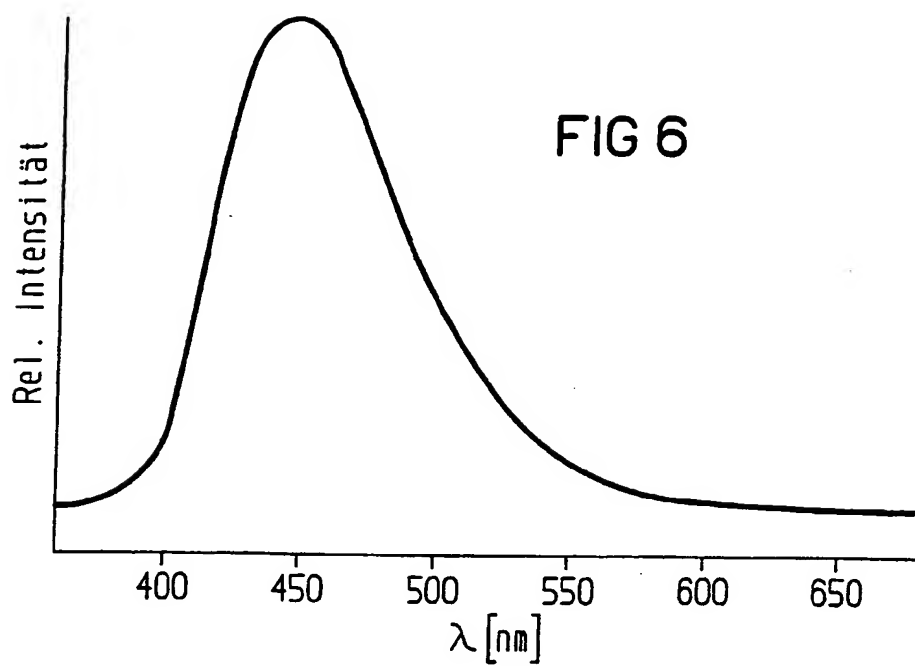
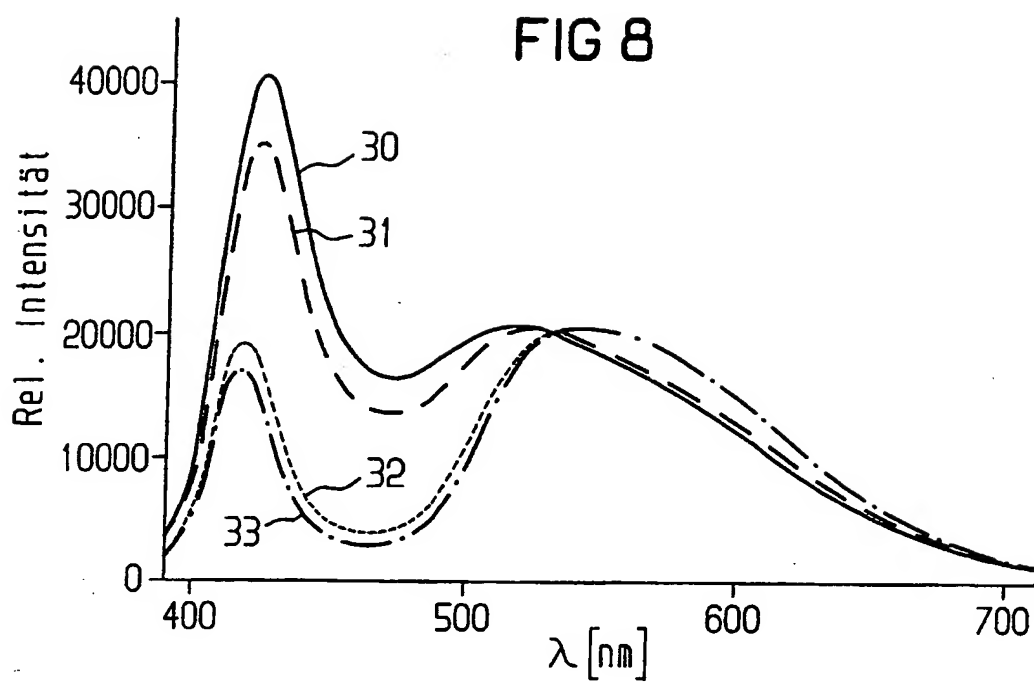


FIG 5







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.